

Encina (*Quercus ilex*)

1) Cáscara y piel

1.1 Taninos

Beneficios/aplicaciones

Métodos de extracción/elaboración

2) Pulpa de la bellota

2.1 Almidón

Beneficios/aplicaciones

Métodos de extracción/elaboración

2.2 Aceite de bellota

Beneficios/aplicaciones

Método de extracción: extrusión en frío

2.3 Café de bellota

Beneficios/aplicaciones

Método de extracción/elaboración

2.4 Licor de bellota

Método de extracción/elaboración

Cata bellota

Resultados

Rendimiento

De la encina se va a realizar un aprovechamiento de la **bellota**. Este fruto tiene un gran interés debido a su alto contenido en carbohidratos, en taninos y ácidos grasos.

1) Cáscara y piel

Tienen alto contenido en polifenoles y flavonoides los cuales tienen un gran interés industrial debido a sus distintas aplicaciones:

1.1 Taninos

Beneficios/aplicaciones

- Curtido de cuero: Los taninos son ampliamente utilizados en la industria del curtido de cuero como agentes curtientes. Se unen a las proteínas del colágeno en la piel, lo que estabiliza y endurece las fibras de colágeno, convirtiéndolas en cuero resistente y duradero.
- Tratamiento de aguas: Los taninos se utilizan en el tratamiento de aguas para eliminar metales pesados y otros contaminantes, así como para reducir la turbidez y mejorar la calidad del agua potable y de proceso.
- Industria alimentaria: En la industria alimentaria, los taninos se utilizan como agentes clarificantes y estabilizadores en la producción de vinos, cervezas, jugos y bebidas alcohólicas. También se utilizan como antioxidantes naturales y conservantes en algunos alimentos.
- Industria textil: Los taninos se utilizan en la industria textil como agentes de acabado para mejorar la resistencia al desgarro y la solidez del color de los tejidos naturales como el algodón y la lana.
- Adhesivos y aditivos de pintura: Los taninos se utilizan como aditivos en la fabricación de adhesivos y pinturas para mejorar la adhesión y la resistencia al agua.
- Industria farmacéutica: Algunos taninos se utilizan en la industria farmacéutica por sus propiedades astringentes y antimicrobianas. Se pueden encontrar en productos como enjuagues bucales, cremas tópicas y suplementos dietéticos.
- Productos de cuidado personal: Los taninos se utilizan en productos de cuidado personal, como champús y acondicionadores, por sus propiedades astringentes y acondicionadoras para el cabello y la piel.

Métodos de extracción/elaboración

1. Triturar la cáscara de bellota
2. Añadir al triturado de la cáscara de bellota obtenido en la etapa a) un disolvente seleccionado del grupo formado por agua, alcohol C1-C6 y mezclas de los mismos.
3. Agitar la mezcla del triturado y el disolvente obteniéndose dos fases. Se puede acelerar el proceso aplicando calor moderado.
4. Separar las dos fases obtenidas en la etapa anterior y recoger el sobrenadante que comprende el extracto.
5. Evaporar o concentrar el extracto hasta obtener un polvo

Observaciones:

- Relación solvente-cáscara de bellota: Una relación comúnmente utilizada es de 10:1 (volumen de solvente a peso de cáscara de bellota).
- Aplicación de calor moderado: Calienta la mezcla de cáscara de bellota y solvente a una temperatura moderada, por ejemplo, entre 50°C y 70°C. Esta temperatura es lo suficientemente alta como para acelerar la extracción de los taninos, pero lo suficientemente baja como para evitar la degradación de los compuestos sensibles al calor.
- Tiempo de extracción: Deja que la mezcla repose y se caliente durante un período de tiempo adecuado para permitir la extracción de los taninos. Esto podría variar entre 1 y 4 horas, dependiendo de la temperatura exacta y la eficiencia de extracción deseada.

2) Pulpa de la bellota

Tiene interés tanto en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. La mayor parte de la pulpa está compuesta por carbohidratos en concreto almidón.

2.1 Almidón

Beneficios/aplicaciones

Este compuesto es interesante debido a su versatilidad, tiene numerosas Beneficios/aplicaciones :

- Alimentación y bebidas: El almidón se utiliza como espesante, agente gelificante y estabilizador en una amplia gama de productos alimenticios y bebidas, incluyendo salsas, sopas, productos lácteos, postres, helados, bebidas instantáneas, entre otros.
- Industria farmacéutica: Se utiliza como excipiente en la fabricación de tabletas y cápsulas farmacéuticas, proporcionando cohesión y compresibilidad a las formulaciones.

- Papel y cartón e industria textil: El almidón se utiliza como adhesivo en la fabricación de papel y cartón para mejorar la adherencia de las fibras y aumentar la resistencia al rasgado.
- Adhesivos y pegamentos: El almidón se utiliza como base para la fabricación de adhesivos y pegamentos en Beneficios/aplicaciones y de bricolaje.
- Bioplásticos: Se utiliza en la producción de bioplásticos como materia prima para la fabricación de películas y envases biodegradables y compostables.
- Cosméticos y productos de cuidado personal: Se utiliza como espesante, agente estabilizante y humectante en productos cosméticos y de cuidado personal, como cremas, lociones, champús y geles de baño.
- Textiles no tejidos: Se utiliza en la fabricación de textiles no tejidos como aglutinante para unir las fibras y mejorar la resistencia mecánica del material.
- Biocombustibles: Se utiliza en la producción de biocombustibles como materia prima para la fermentación y la producción de etanol a partir de biomasa.

Métodos de extracción/elaboración

Método 1:

1. Se trituran las bellotas y se mezclan con agua en cantidad igual.
2. El homogeneizado se filtra y el residuo se resuspende en dos volúmenes de agua destilada, repitiendo el procedimiento hasta obtener un filtrado claro, indicando que todo el almidón había sido extraído.
3. Los filtrados se centrifugaron a 447.2 g durante 15 minutos, descartando el sobrenadante. El residuo se lava varias veces con 10 mL de agua destilada para eliminar otros constituyentes presentes. El almidón extraído se seca a 45° C por 24 horas, posteriormente se tamiza con malla 60 (250 mm) y se almacena en frascos de plástico con cierre de tapa hermética.

Método 2: por cribas

1. Se trituran las bellotas.
2. El fruto molido se criba sucesivamente en mallas de 20, 40, 100 y 200 U.S. En cada malla el residuo se lavó hasta que el líquido de salida no tuviera residuo aparente de almidón.
3. La suspensión obtenida se separó en una centrífuga de laboratorio a 5000xg, se eliminó el sobrenadante, y de la pasta resultante se separó el residuo blanco (almidón), el cual se resuspendió en agua destilada y se centrifugó nuevamente.

Esta operación se repitió tres veces y la pasta final se secó en una estufa con recirculación de aire a 40-45 °C.

Método 3: Extracción de almidón vía húmeda.

1. Se trituran las bellotas.
2. Se pesan 70 g de la harina tamizada (16 mesh) y se sumerge en una solución de metabisulfito de sodio al 0,16 % en peso, calentando a 50 °C con agitación constante en una placa calefactora por 9 horas.
3. La muestra se filtra por gravedad para retirar la almendra molida sin almidón. Luego, el filtrado se centrifuga en el equipo por 15 minutos a 2000 rpm.
4. Se desecha el líquido sobrenadante y se resuspende el almidón en agua destilada para llevarlo nuevamente a centrifugación bajo las mismas condiciones. Los lavados con agua fría se realizan tres veces para eliminar las impurezas presentes.
5. Por último, se seca el almidón extraído hasta peso constante a 60 °C en la estufa.

Resultados laboratorio:

Este proceso se puede realizar con la bellota seca o en fresco. En nuestro caso, hemos realizado la extracción en fresco, triturando la bellota tras haberla pelado.

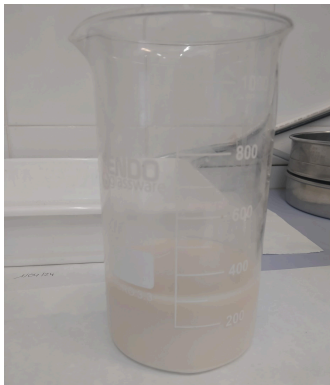
1. Se les quita la cáscara a las bellotas.
2. Se trituran.
3. Se pasan a un colador de tela.
4. Se sumergen en una disolución de metabisulfito de sodio 0.16%.



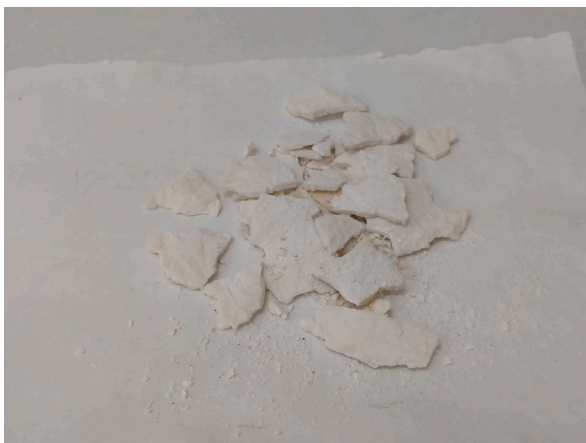
5. Comienza a producirse la lixiviación del almidón y sedimentación en el fondo del vaso de precipitados.



6. Se deja reposar durante 24h.
7. Transcurrido el tiempo, se decanta el sobrenadante y se añade el doble de volumen de agua respecto al sedimento, se mezcla todo y se deja reposar otras 24h. De esta forma se limpia y aclara el almidón extraído.



8. La masa de bellota se vuelve a sumergir en agua con bisulfito para realizar un segundo lixiviado y se sigue el mismo proceso descrito anteriormente.
9. Cuando todo el almidón está limpio se pone a secar en la estufa a 62°. Se muele para obtener almidón en polvo.



Resultado: de 104 gramos de bellota fresca, se han extraído 36 gramos de almidón.

Sugerencias para optimizar el proceso:

- Se puede agilizar la extracción del almidón de la pulpa de la bellota proporcionando calor y agitación constante, unos 50° disminuyen el tiempo de extracción a 9 horas. No superar los 60° porque se produce caramelización de los azúcares.
- Para agilizar el proceso de sedimentación del almidón, se pueden seguir dos vías, una física a través de la centrifugación durante 10 minutos a 4000 r.p.m. O disminuyendo el pH a 4 utilizando HCl.

2.2 Aceite de bellota

Se encuentra en menor cantidad que los carbohidratos pero resulta muy interesante para el consumo humano y en cosmetología, debido a sus propiedades derivadas del perfil lipídico :

Beneficios/aplicaciones

- Hidratante: El aceite de bellota es altamente emoliente y ayuda a hidratar la piel en profundidad. Su textura ligera se absorbe fácilmente sin dejar una sensación grasosa.
- Antioxidante: Contiene antioxidantes naturales, como los tocoferoles y los polifenoles, que ayudan a proteger la piel del daño causado por los radicales libres, lo que puede prevenir el envejecimiento prematuro de la piel.
- Regenerador cutáneo: El aceite de bellota puede promover la regeneración celular y ayudar en la cicatrización de la piel, lo que lo convierte en un buen aliado para el cuidado de la piel dañada o irritada.
- Astringente suave: El aceite de bellota tiene propiedades astringentes suaves que pueden ayudar a tonificar la piel, reducir los poros dilatados y mejorar la apariencia de la piel grasa.
- Suavizante y reafirmante: Ayuda a suavizar la piel áspera y mejorar su elasticidad, lo que puede reducir la aparición de líneas finas y arrugas.
- Nutritivo: Contiene ácidos grasos esenciales, como ácido linoleico y ácido oleico, que proporcionan nutrientes importantes para la salud de la piel, manteniéndola suave y flexible.
- Hipocolesterolemia: Su consumo contribuye a disminuir los niveles de colesterol en sangre, especialmente el colesterol LDL ("colesterol malo").

Método de extracción: extrusión en frío

1. Recoger las bellotas.
2. Lavado.
3. Descascarillado.
4. Extrusión en frío.
5. Recolección del aceite.

2.3 Café de bellota

Se trata de una bebida resultante de la infusión de bellota triturada y tostada. El café de bellota se ha consumido históricamente en varias culturas, proporciona una alternativa sin cafeína al café tradicional. En España, durante épocas de escasez de alimentos o de dificultades económicas, el café de bellota se convirtió en una alternativa asequible al café importado, ya que las bellotas eran fácilmente disponibles en los bosques y podían ser recolectadas de manera relativamente sencilla. En algunas áreas de Extremadura y Andalucía, el café de bellota ha sido una bebida tradicional y parte de la cultura local durante generaciones.

Beneficios/aplicaciones

- Rico en antioxidantes: Las bellotas contienen antioxidantes que ayudan a combatir el daño causado por los radicales libres en el cuerpo.
- Fuente de fibra: Las bellotas son ricas en fibra dietética, lo que puede ayudar a mejorar la salud digestiva y promover la regularidad intestinal.
- Libre de cafeína: A diferencia del café tradicional, el café de bellota no contiene cafeína, lo que lo convierte en una opción ideal para aquellos que desean reducir su ingesta de cafeína o son sensibles a ella.

Método de extracción/elaboración

1. Café de bellota: No requiere desamargado
2. Recoger bellotas maduras (cáscara de color café),
3. Dejar en remojo toda la noche.
4. Se tuestan a 180 ° durante 30 mins para separar la cáscara.
5. Volver a tostar a 150° durante 40 mins hasta que adquieran color a grano de café.



6. Cuando estén tostadas se muelen.



7. Preparar como un café normal.

2.4 Licor de bellota

Popular en algunas zonas de España, como Extremadura, se puede disfrutar solo, como digestivo después de una comida, o también se puede utilizar en cócteles y postres.

Método de extracción/elaboración

1. Se seleccionan las bellotas más sanas y dulces.
2. Se pela y se retira la piel.
3. Se muelen.
4. El molido se mezcla con un alcohol, que puede ser aguardiente no anisado o alcohol etílico de melaza al 96°.
5. La mezcla se vierte en un recipiente que se cerrará herméticamente.
6. Se deja reposar durante 3 meses en un lugar seco y oscuro.
7. Se prepara un almíbar con una proporción 1:1 de azúcar y agua (en otro lado he visto 150g de azúcar por 33cL de agua).
8. Se añade a la botella con la bellota molida y el alcohol, se mezcla muy bien y se deja reposar otros 30 días en un lugar seco y oscuro.

Cata bellota

Se ha realizado una cata a ciegas de bizcocho de bellotas con el personal del departamento de Ingeniería Agroforestal, con la intención de conocer la aceptación que pueden tener productos elaborados a base de bellota.

Se han hecho 3 líneas de bizcocho:

- Línea 1: se ha elaborado triturando las bellotas con cáscara, a modo de harina integral de bellota.
- Línea 2: se ha elaborado triturando bellotas con piel pero sin cáscara, corresponde a un bizcocho semi integral.
- Línea 3: se ha elaborado con harina de bellota sin piel ni cáscara.



Figura 1

	Textura	Sabor
Bizcocho 1	7.57	7.82
Bizcocho 2	7.21	8
Bizcocho 3	8.5	8.14

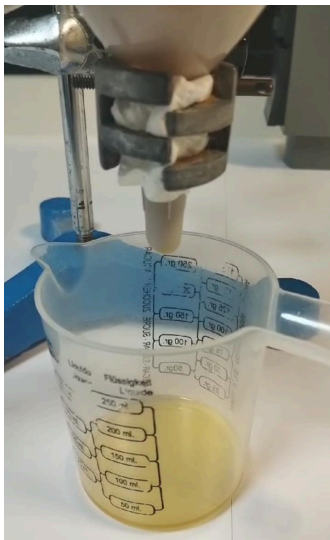
Tabla 1

Como se puede comprobar en los resultados de la tabla, a todos les ha gustado tanto el sabor como la textura de los bizcochos, al conocer los ingredientes y la base del bizcocho que es la bellota, se han sorprendido, pero han coincidido en que les ha gustado mucho y que les gustaría tener acceso a este alimento.

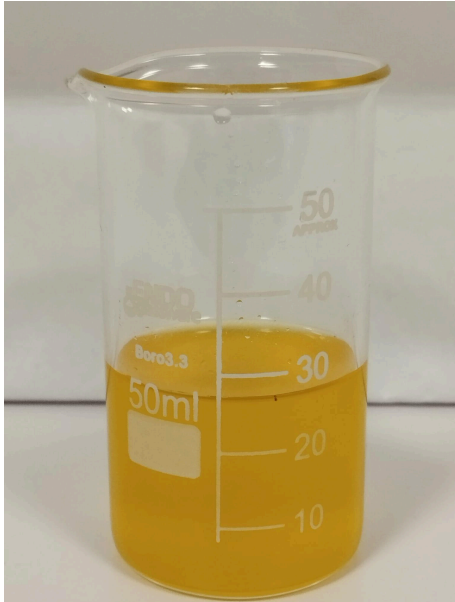
Resultados

El producto derivado de la bellota que se va a desarrollar en el proyecto, es el aceite de bellota destinado a la explotación en la industria alimentaria y cosmética. La metodología escogida es la extrusión en frío de la bellota y el procedimiento es el siguiente:

1. Escoger bellotas sanas, sin signos de moho, insectos o daños visibles.
2. Lava las bellotas para eliminar suciedad y residuos.
3. Escurrir las bellotas remojadas y secar en estufa a temperatura baja, para garantizar la conservación de las propiedades. Entre 24-48h a una temperatura de 50-60°C, depende de la maquinaria de secado empleada.
4. Las bellotas secas se trituran manteniendo tamaños superiores a 2 mm, un tamaño de partícula muy reducido provoca colmatación en la máquina extrusora. Mediante el tamizado del producto se seleccionan los tamaños mayores de 0.5 cm de grano.
5. La bellota triturada y tamizada se introduce en la tolva de la máquina extrusora y comienza el proceso de obtención de aceite. La maquinaria ha de ajustarse en velocidades y también en las aperturas de salida.
6. El aceite resultante del proceso de extrusión contiene muchas impurezas y por ello se somete a un proceso filtrado. Utilizando un filtro de tela, se limpia de impurezas el aceite, se repite el proceso dos veces.



7. Opcionalmente para eliminar turbidez en el aceite resultante aplicamos en un horno de secado a 100 °C durante 3 horas. De esta forma se elimina el agua contenida.



8. Almacena el aceite filtrado en recipientes de vidrio herméticos, en un lugar fresco y oscuro para preservar sus propiedades.

Rendimiento

De 1kg de bellota se ha extraído 8 gramos de aceite de bellota, por lo que el rendimiento esperado aplicando la metodología anteriormente descrita, es del 8%.

Bibliografía

Fernández, I., Gómez Cabrera, A., Moreno, P., Fernández Rebollo, M. P., de Pedro Sanz, E. J., Díaz, E., & Sánchez García, L. (2005). Características de las bellotas de encina ("Quercus ilex") en diferentes zonas del Valle de los Pedroches (Córdoba). *Inventario bromatológico, Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural* (Vol. 1, pp. 383-389).

Gómez-Castro, A. G., Perea Muñoz, J. M., Mata Moreno, C., García Martínez, A. R., & Rodríguez-Estévez, V. (2008). Dimensiones y características nutritivas de las bellotas de los quercus de la dehesa.

Nole, N., & Raul, W. (2022). Técnicas de extracción de almidón de frutas y residuos vegetales.

Szablowska, E., & Tańska, M. (2021). Acorn flour properties depending on the production method and laboratory baking test results: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 980-1008.

Reyes-Velasco, L., Pacheco-Rodríguez, É., Garnica-Sánchez, A., Cueva-Villanueva, J. Á., & Zapién-Martínez, A. (2019). Obtención, separación y purificación de almidón a partir de Colocasia esculenta para su uso como excipiente en formas farmacéuticas. *de formas farmacéuticas*, 35.

Gómez, E. G., Sieso, J. P., & Taboada, A. R. (2002). Aportaciones al uso de la bellota como recurso alimenticio por las comunidades campesinas. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (14), 65-70.

Zarroug, Y., Sriti, J., Boulares, M., Mejri, J., Sfayhi, D., Hamdaoui, G., ... & Kharrat, M. (2021). Chemical composition and sterol profile of Tunisian Quercus ilex oil. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 98(2).

Taib, M., Bouyazza, L., & Lyoussi, B. (2020). Acorn oil: chemistry and functionality. *Journal of Food Quality*, 2020(1), 8898370.

Al-Rousana, W. M., Ajoa, R. Y., Al-Ismailb, K. M., Attleec, A., Shakerd, R. R., & Osailid, T. M. (2013). Characterization of acorn fruit oils extracted from selected Mediterranean Quercus species. *Grasas y Aceites*, 64, 5.